

平成31年度第1次募集（平成30年10月入学含む）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム
機械科学
B5

専門科目（機械科学）

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 この問題冊子は、表紙を含めて全部で5ページある。
- 3 専門科目は、以下の4分野からそれぞれ1問ずつ合計4問が出題されている。
全問解答せよ。
材料力学，流体力学，熱力学，機械力学
- 4 解答用紙は問題冊子とは別になっている。解答は、指定された科目の解答用紙に記入すること。解答スペースが足りない場合は、「裏面に続く」と明記した上でその解答用紙の裏に続けて解答せよ。
- 5 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入せよ。
- 6 解答時間は、120分である。
- 7 問題冊子は、持ち帰ること。

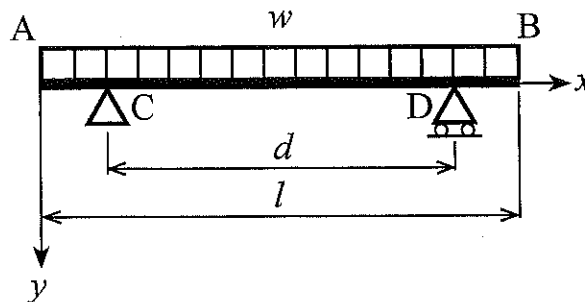
平成31年度第1次募集（平成30年10月入学含む）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム
機械科学
B5

専門科目（材料力学）

図に示すように、長さ l なるはり AB が両端から等距離の2点 C, D で支持されており、全長にわたって単位長さ当たり w の等分布荷重を受けている。このとき、以下の各問いに答えよ。ただし、はりの自重は無視できるものとする。

- (1) 位置 x におけるせん断力 F の式を区間毎 (\overline{AC} , \overline{CD} , \overline{DB}) に示せ。
- (2) 位置 x における曲げモーメント M の式を区間毎 (\overline{AC} , \overline{CD} , \overline{DB}) に示せ。
- (3) はりの中央における曲げモーメントと支点における曲げモーメントについて、それらの大きさを等しくするためには支点間の距離 d をいかに選べば良いか。また、この場合のせん断力線図 (SFD) と曲げモーメント線図 (BMD) を描け。



専門科目（流体力学）

図1のように水槽が台車に乗っている。水面から深さ h の位置にはノズルが、その反対側には、高さ H 、幅 B の長方形のゲートが取り付けられている。ゲートは上端部（深さ h の位置）の蝶つがいで回転できる。水の密度を ρ 、重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。なお、台車はケーブルにつながれていて動かない。

- (1) 図2のようにノズルが塞がれて、流れがない場合を考える。水槽内上部の空気の圧力 p_A （ゲージ圧）を水銀マンオメータで測定したところ、水銀柱の高さの差が h_M であった。水銀の密度を ρ_M として、 p_A と水面から深さ h の位置の圧力 p_N を求めよ。
- (2) ゲートは、台車の上で下端部に加えた水平方向の力 F_G で鉛直に支持されている。(1)と同様に水槽内に流れがない場合の F_G を求めよ。
- (3) 図1のようにノズルから円形断面（直径 D ）のジェットが水平に噴出する場合を考える。 p_A が(1)で求めた値と同じとして、ジェットの流速 v を、 h_M などを用いて示せ。ただし、水面の高さの変化は無視でき、水の摩擦も無視できる。
- (4) ジェットは、その後、台車に固定された羽根に衝突し、水平面に対して角度 θ の方向に流出する。摩擦が無視でき、羽根から流出するジェットの速度が v で同じ場合に、水平なケーブルに働く張力 F_T と、ジェットにより台車上の羽根に加わる力の水平方向成分 F_B を求めよ。ただし、台車の車輪の摩擦などは無視できる。なお、解答は v を含む形で良い。

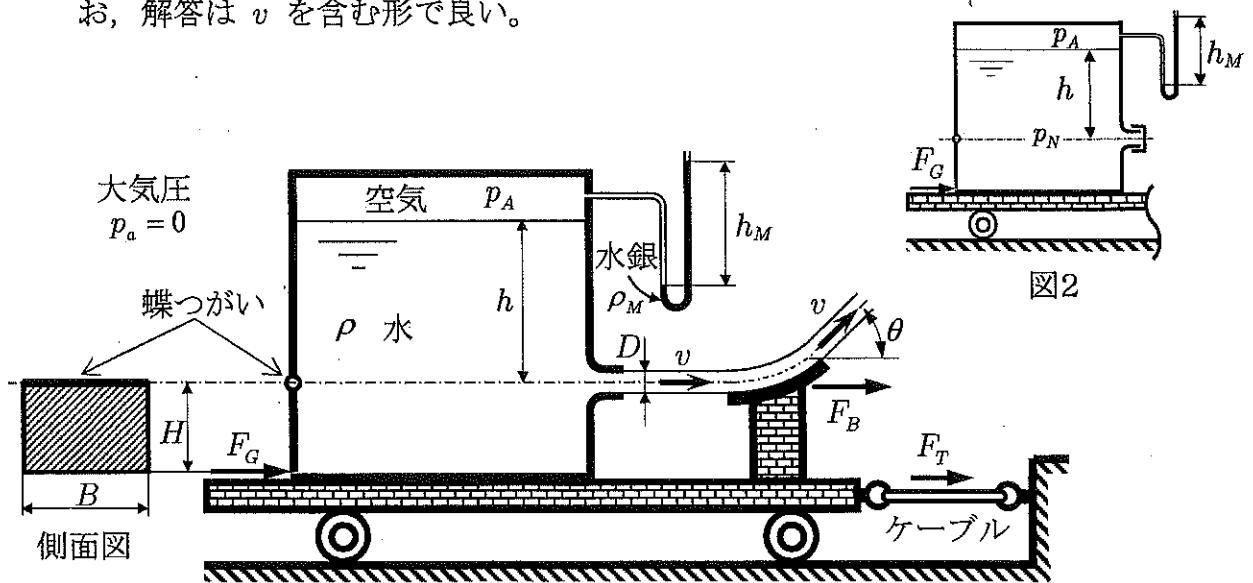


図1

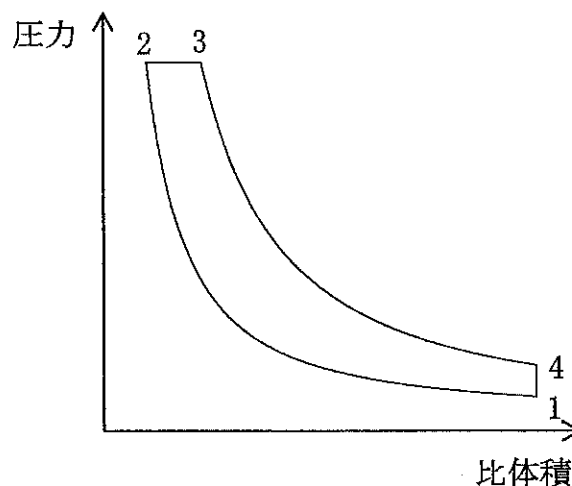
平成31年度第1次募集（平成30年10月入学含む）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別入試

材料生産システム
機械科学
B5

専門科目（熱力学）

閉じた系での理想気体による準静的なディーゼルサイクルを考える。図示した通り、理想気体の圧力と比体積は断熱圧縮 1-2，等圧加熱 2-3，断熱膨張 3-4，等積冷却 4-1 のように変化する。状態 1, 2, 3, 4 での温度をそれぞれ T_1, T_2, T_3, T_4 ，比熱比を κ ，理想気体の気体定数を R とする。サイクルの最大体積を最小体積（すきま容積）で割った値を圧縮比 ε ，状態 3 での体積を最小体積（すきま容積）で割った値を縮切比 σ とする。次の問いに答えよ。

- (1) 過程 2-3 における加熱量と，過程 4-1 における冷却量を求めよ。
- (2) サイクルの熱効率を，圧縮比 ε ，縮切比 σ ，比熱比 κ で表せ。
- (3) 平均有効圧は，1 サイクルの正味仕事を行程容積（最大体積と最小体積の差）で割った値である。この平均有効圧を，圧縮開始時の圧力 p_1 ，圧縮比 ε ，縮切比 σ ，比熱比 κ で表せ。
- (4) サイクルの T - s 線図（温度-エントロピー線図）を描いて，加熱量，冷却量，正味の仕事を図で説明せよ。



専門科目（機械力学）

図1のように、質量を無視できる剛体棒の一端が回転支持され、支点から長さ l_1, l_2, l のところに減衰係数 c のダンパ、ばね定数 k のばね、質量 m の物体がそれぞれ取付けられている。物体には鉛直下向きに力 $P(t)$ が作用している。物体の鉛直下向きの微小変位を $x(t)$ とおくとき、以下の問いに答えよ。

ただし、物体にはたらく重力による支点まわりのモーメントと、ばねの復元力による支点まわりモーメントとのつりあいの位置を $x(t) = 0$ とする。また、回転支点の摩擦は無視する。

(1) この系の運動方程式を

$$\ddot{x}(t) + 2\zeta\omega_n\dot{x}(t) + \omega_n^2x(t) = FP(t)$$

のように表すとき、不減衰固有円振動数 ω_n 、減衰比 ζ および定数 F を示せ。

- (2) $P(t) = 0$ とおく。初期条件を $x(0) = x_0, \dot{x}(0) = v_0$ とする。このとき、不足減衰の場合の自由振動解を求めよ。ただし、 ζ, ω_n, F はそのまま使用せよ。
- (3) $P(t) = P_0 \cos(\omega t), P_0 \neq 0$ とする。強制振動解を求めよ。ただし、(2)と同様に、 ζ, ω_n, F はそのまま使用し、最終的な解には虚数単位 $i = \sqrt{-1}$ を含まないこと。
- (4) (3)で求めた強制振動の振幅を $X(\omega)$ とする。横軸を ω 、縦軸を $X(\omega)$ として描画したグラフに、図2のように $\omega > 0$ で極値が存在する条件は、 $\zeta < \frac{1}{\sqrt{2}}$ であることを示せ。また、そのときの極値の値を求めよ。

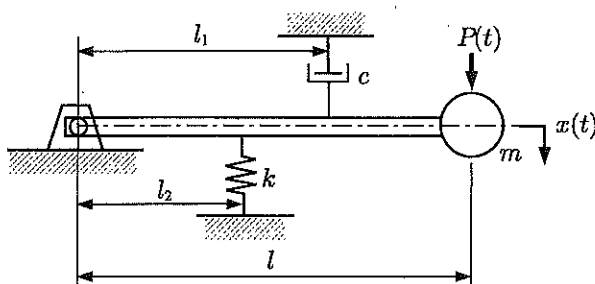


図1: 1自由度回転振動系

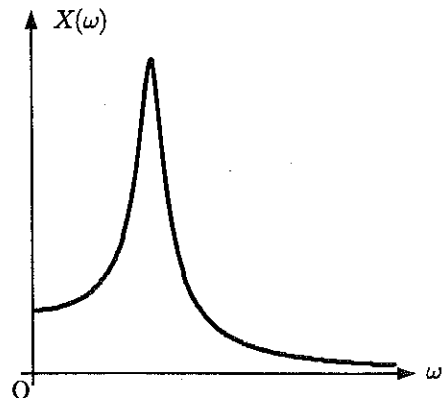


図2: $X(\omega)$ のグラフ